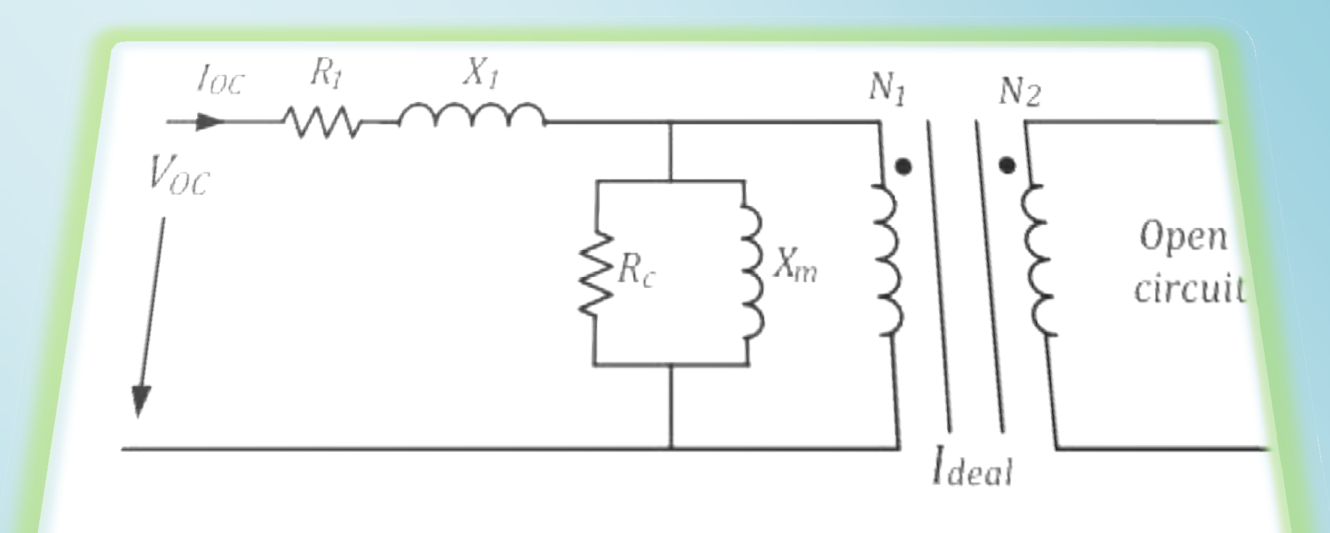
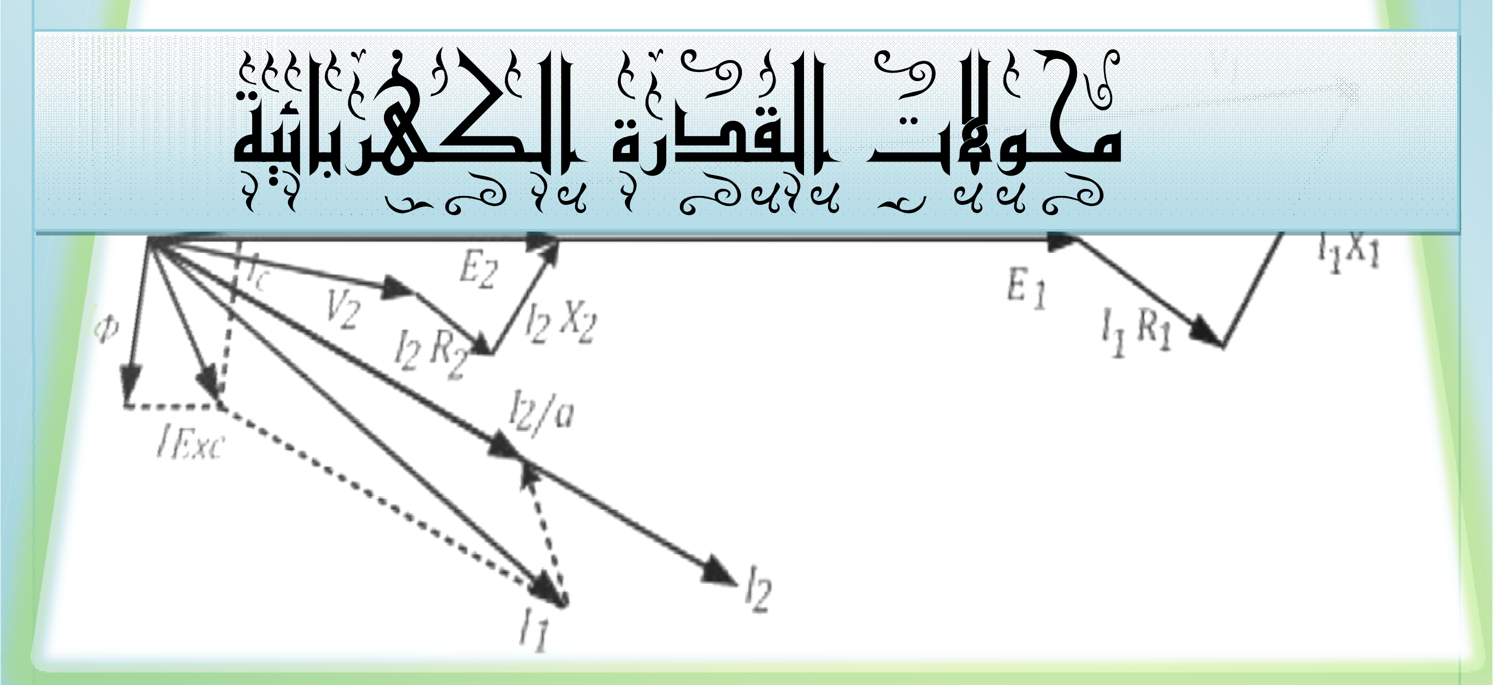


محولات القدرة الكهربائية



دراسة تحليلية لعمل محولات القدرة الأحادية وثلاثية الطور وبعض المحولات الخاصة

ترجمة : أنس الدبس

دراسة تحليلية لعمل

محولات القدرة

وحساباتها

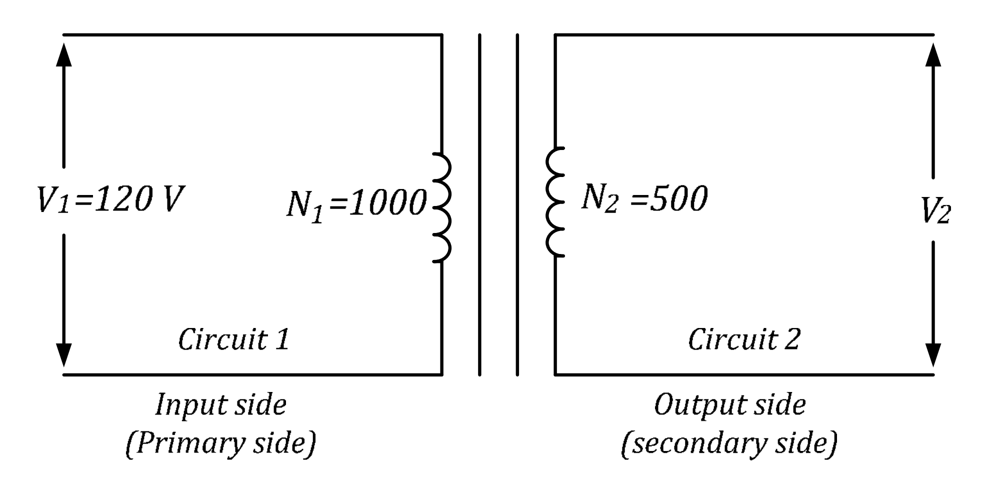
الفهرس

- دراسة نظام التوصيلة *Scott* .
- قائمة المراجع .

دراسة نسبة تحويل محولة :

محولة أحادية الطور مثالية مبينة في الشكل (1) والمطلوب حساب:

جهد الملف الثانوي , جهد اللفة الواحدة من الملف الأولي , جهد اللفة الواحدة من الملف الثانوي .



الشكل (1) : محولة أحادية الطور مثالية

خطوات الحساب :

1. حساب جهد الملف الثانوي :

إن نسبة تحويل المحولة هي نسبة عدد لفات الملف الأولي N_1 إلى عدد لفات الملف الثانوي N_2 , أو هي نسبة جهد الملف الأولي V_1 إلى جهد الملف الثانوي V_2 أي أنها تساوي :

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

بتعويض القيم المشار إليها في الشكل (1) نجد :

$$a = \frac{1000}{500} = 2$$

وبالتالي جهد الملف الثانوي يساوي :

$$V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{120}{2} = 60\ V$$

2. حساب جهد اللفة الواحدة لكل من الملفين الأولي والثانوي :

جهد اللفة الواحدة من الملف الأولي يساوي :

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{120}{1000} = 0.12\ V/turn$$

جهد اللفة الواحدة من الملف الثانوي يساوي :

$$\frac{V_2}{N_2} = \frac{60}{500} = 0.12\ V/turn$$

أفكار ذات صلة :

إجراءات الحساب هذه مبينة لمحولة خافضة , إن ميزة كل من المحولات الرافعة والخافضة هي أن الجهد في اللفة الواحدة في الملف الأولي يساوي الجهد في اللفة الواحدة في الملف الثانوي .

دراسة محولة رافعة :

المطلوب حساب نسبة تحويل المحولة المبينة في الشكل (*1*) عند استخدامها كمحولة رافعة .

خطوات الحساب :

1. حساب نسبة التحويل :

في المحولات الرافعة يتم وصل طرف الجهد المنخفض إلى الدخل وهو الملف الأولي , لذلك فإن :

$$a = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

لهذا السبب فإن :

$$a = \frac{500}{1000} = 0.5$$

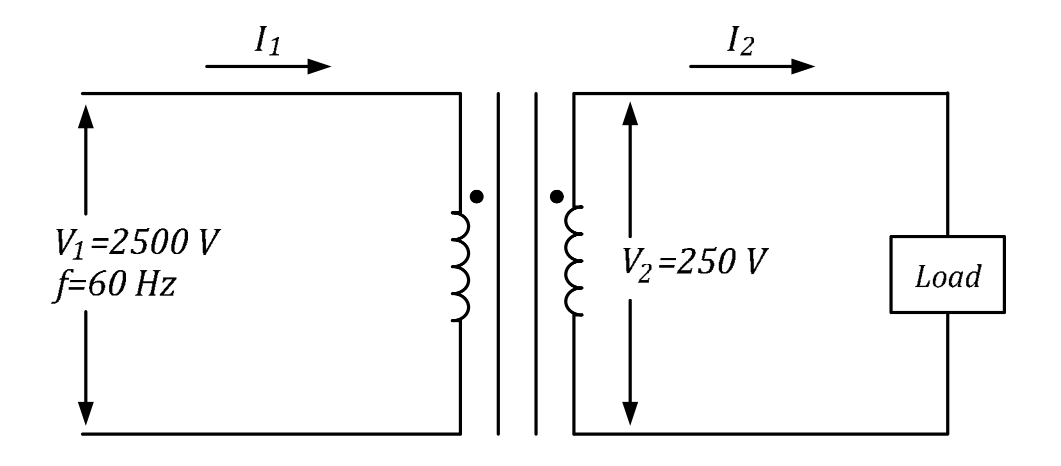
أفكار ذات صلة :

من أجل تطبيق محدد فإن نسبة التحويل a محدّدة لكنه ليس الثابت المميز للمحولة . ففي هذه المثال فإن $a=0.5$ وذلك عند استخدام المحولة كمحولة رافعة , أما في المثال السابق فإن $a=2$ وذلك عند استخدام المحولة كمحولة خافضة , وكل قيمة لـــ a هي مقلوب الأخرى أي :

$$2 = \frac{1}{0.5} \quad , \quad 0.5 = \frac{1}{2}$$

دراسة محولة موصولة إلى حمل :

محولة أحادية الطور استطاعتها $25\ KVA$ مصمّمة لتعطي قوة محركة كهربائية متحرِّضة على اللفة الواحدة 2.5 $V/turn$ (الشكل (2)) , احسب عدد لفات الملفين الأولي والثانوي وتيار الحمل الكامل لكل من الملفين الأولي والثانوي.



الشكل (2) : محولة أحادية الطور موصولة إلى حمل

خطوات الحساب :

1. حساب عدد لفات الملف الأولي والملف الثانوي :

$$N_1 = V_1/(V/turn) = 2500\ V/(2.5\ V/turn) = 1000\ turns$$

$$N_2 = V_2/(V/turn) = 250\ V/(2.5\ V/turn) = 100\ turns$$

نسبة التحويل :

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1000}{100} = 10:1$$

2. حساب تيار الحمل الكامل للملفين الأولي والثانوي :

تيار الملف الابتدائي :

$$I_1 = (VA)_1/V_1 = \frac{25000\ VA}{2500\ V} = 10\ A$$

تيار الملف الثانوي :

$$I_2 = (VA)_2/V_2 = \frac{25000\ VA}{250\ V} = 100\ A$$

نسبة التيارات في المحولة تساوي :

$$\frac{1}{a} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{10\ A}{100\ A} = 1:10$$

أفكار ذات صلة :

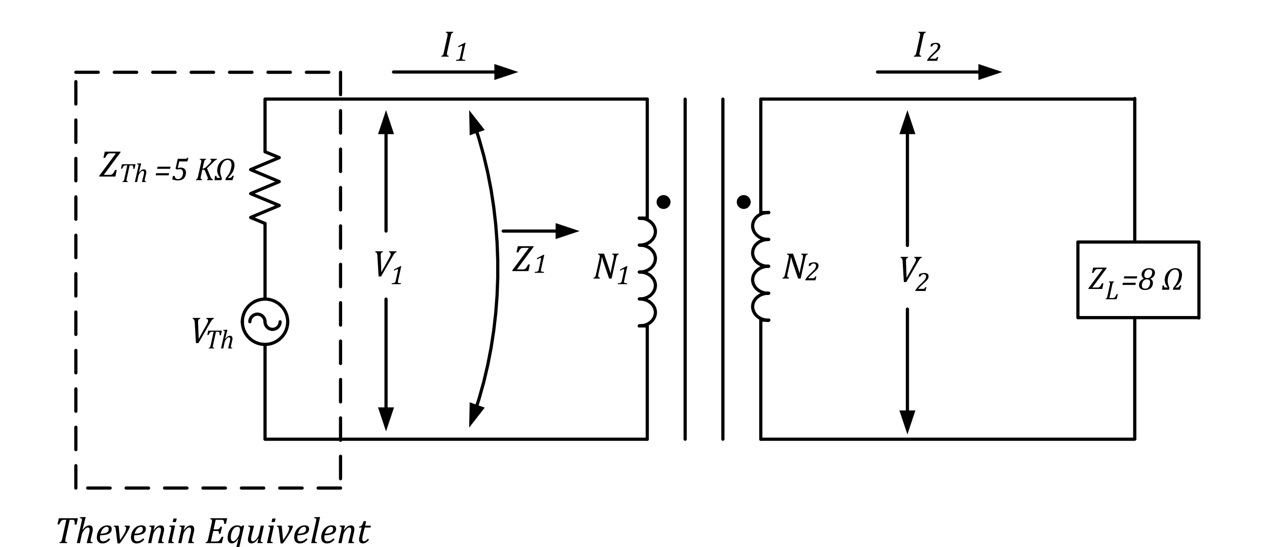
يُشار إلى إحدى نهايتي كل ملف في المحولة بنقطة كما في الشكل (2) . تتضمن هذه النقاط الأقطاب التي لها نفس القطبية , نتيجة لذلك فإن هذا الاصطلاح يؤسس للقواعد التالية :

- عندما يدخل التيار في الملف الابتدائي من طرف النقطة فإن التيار في الملف الثانوي سيخرج من طرف النقطة .
- عندما يخرج التيار من الملف الابتدائي من طرف النقطة فإن التيار في الملف الثانوي سيدخل الملف من طرف النقطة .

عادة ما تقوم الشركات الصانعة بتأشير نهايات طرف الجهد العالي بـــ $H1\ ,H2\ , \ldots$, ونهايات طرف الجهد المنخفض بـــ $X1\ ,X2\ , \ldots$, حيث أن الإشارتين $X1\ ,H1$ لهما نفس القطبية .

اختيار محولة مناسبة لممانعة موصولة :

المطلوب اختيار محولة ذات نسبة تحويل صحيحة لملائمة حمل أومي $8\ \Omega$ مع دارة ثيفنن مكافئة للمنبع كما في الشكل (3) .



الشكل (3) : محولة مستخدمة لممانعة موصولة

خطوات الحساب :

1. تحديد نسبة التحويل :

ممانعة دارة الدخل هي Z_i وتساوي $Z_i = 5000\ \Omega$, والقيمة المبينة هي ممانعة ثيفنن المكافئة للمنبع . أما ممانعة الخرج Z_L فتساوي $Z_L = 8\ \Omega$, لتحقيق الملائمة للممانعة فإن نسبة التحويل المطلوبة تساوي :

$$a = \sqrt{\frac{Z_i}{Z_L}} = \sqrt{\frac{5000}{8}} = 25$$

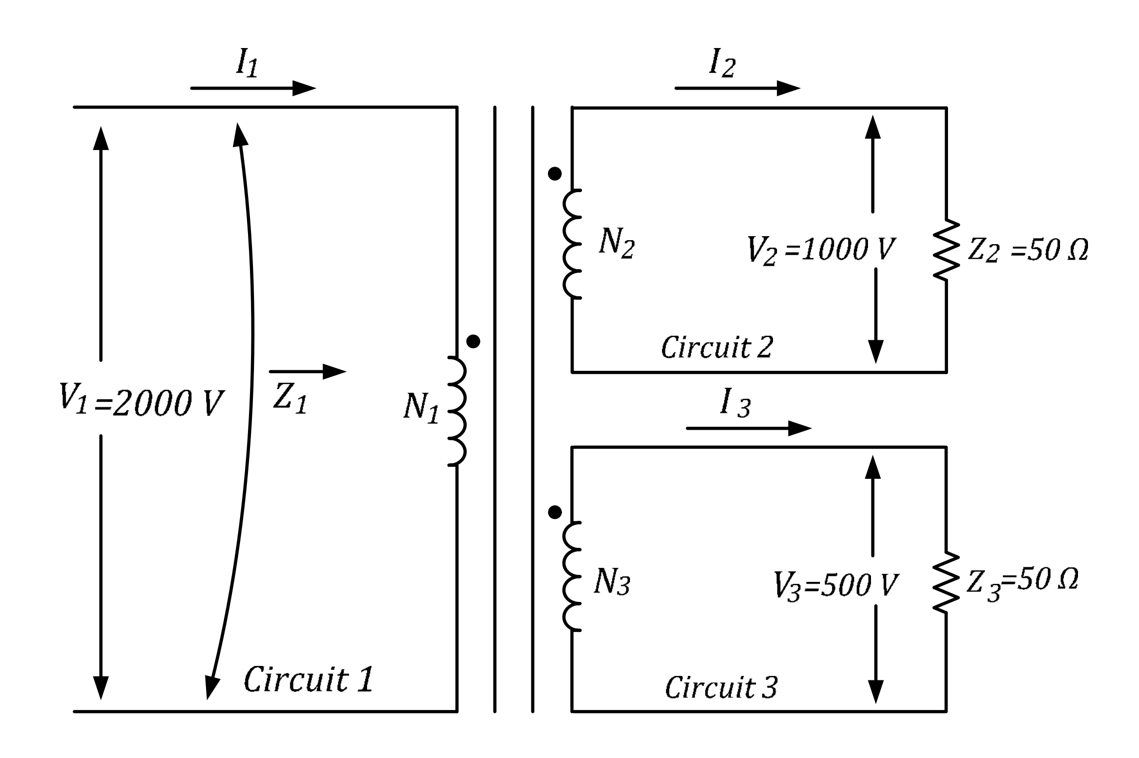
لذلك يجب أن يكون لمحولة ملائمة الممانعة نسبة التحويل التالية : *25:1*

أفكار ذات صلة :

تنص نظرية نقل الاستطاعة العظمى على أن الاستطاعة العظمى تنتقل من المنبع إلى الحمل عندما تكون ممانعة الحمل تساوي ممانعة المنبع الداخلية , ونظراً لأن ممانعة الحمل لاتكون ملائمة للوصل في أكثرالأحيان مع المنبع , يتم استخدام المحولات بين المنبع والحمل لضمان الملائمة . عندما لا تكون ممانعات الحمل والمنبع أومية فإن الاستطاعة العظمى تنتقل إلى الحمل عندما تكون ممانعة الحمل هي المرافق العقدي لممانعة المنبع .

عمل محولة ذات ملفات ثانوية متعددة المخارج:

حدّد نسب التحويل لكل دارة ملف ثانوي , وتيار الملف الأولي I_1 والاستطاعة الاسمية بـــ KVA لمحولة ذات ملفات ثانوية متعددة مبينة في الشكل *(4)* .



الشكل (4) : محولة ذات ملفات ثانوية متعددة

<u>خطوات الحساب :</u>

1. اختيار نسبة التحويل لكل دارة ملف ثانوي :

إذا كانت نسبة تحويل الدارة 1 إلى الدارة 2 معينة بـــ a_2 , ونسبة التحويل بين الدارة 1 والدارة 3 هي a_3 , عندها يكون:

$$a_2 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2000\ V}{1000\ V} = 2:1$$

$$a_3 = \frac{\mathrm{V}_1}{\mathrm{V}_3} = \frac{2000\ \mathrm{V}}{500\ \mathrm{V}} = 4:1$$

2. حساب تيار الملف الأولي I_1 :

بما أن :

$$I_2 = \frac{V_2}{Z_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V_3}{Z_3}$$

فإن :

$$I_2 = \frac{1000\ V}{500\ \Omega} = 20\ A$$

$$I_3 = \frac{500\ V}{50\ \Omega} = 10\ A$$

إن تيار الملف الأولي $(N_1 . I_1)$ يساوي مجموع تيارات الملفات الثانوية , لذلك فإن :

$$N_1 . I_1 = N_2 . I_2 + N_3 . I_3$$

بالحل نحصل على :

$$I_1 = (N_2/N_1)I_2 + (N_3/N_1)I_3$$

إن نسبة التحويل تساوي :

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a_2} \quad , \quad \frac{N_3}{N_1} = \frac{1}{a_3}$$

لذلك فإن :

$$I_1 = \frac{I_2}{a_2} + \frac{I_3}{a_3} = \frac{20\ A}{\frac{1}{2}} + \frac{10\ A}{\frac{1}{4}} = 12.5\ A$$

3. حساب الاستطاعة للمحولة بـــ KVA :

الاستطاعات الاسمية للملف تساوي :

$$KVA_1 = \frac{V_1 . I_1}{1000} = \frac{2000\ V * 12.5\ A}{1000} = 25\ KVA$$

$$KVA_2 = \frac{V_2 . I_2}{1000} = \frac{1000\ V * 20\ A}{1000} = 20\ KVA$$

$$KVA_3 = \frac{V_3 . I_3}{1000} = \frac{500\ V * 10\ A}{1000} = 5\ KVA$$

الاستطاعة الظاهرية الاسمية للملف الابتدائي تساوي مجموع الاستطاعات الظاهرية الاسمية للملفات الثانوية أي أن :

$$25\ KVA = (20 + 5)\ KVA$$

أفكار ذات صلة :

عندما تكون أحمال الملفات الثانوية ذات زوايا طور مختلفة فإن المعادلات السابقة يمكن تطبيقها في هذه الحالة أيضاً , وعلى أية حال فإن الجهود والتيارات عبارة عن قيم طورية .

ممانعة التحويل لمحولة ثلاثية الملفات :

احسب الممانعة Z_1 لمحولة ثلاثية الملفات الواضحة في الشكل (4) باستخدام مفاهيم ممانعة التحويل .

خطوات الحساب :

1. حساب Z_1 :

الممانعة المكافئة لكلا الملفين الثانويين أو الممانعة الكلية منسوبة لطرف الملف الابتدائي Z_1 هي :

$$Z_1 = a_2^2 . Z_2 \ // \ a_3^2 . Z_3$$

حيث $a_2^2 . \mathrm{Z}_2$ الممانعة المنسوبة للدارة 2 .

$a_3^2 . \mathrm{Z}_3$ الممانعة المنسوبة للدارة 3 .

لذلك فإن :

$$Z_1 = (2)^2 * (50\ \Omega)\ //\ (4)^2 * (50\ \Omega) = 200\ //\ 800 = 160\ \Omega$$

2. اختبار قيمة Z_1 المحسوبة في الخطوة 1 :

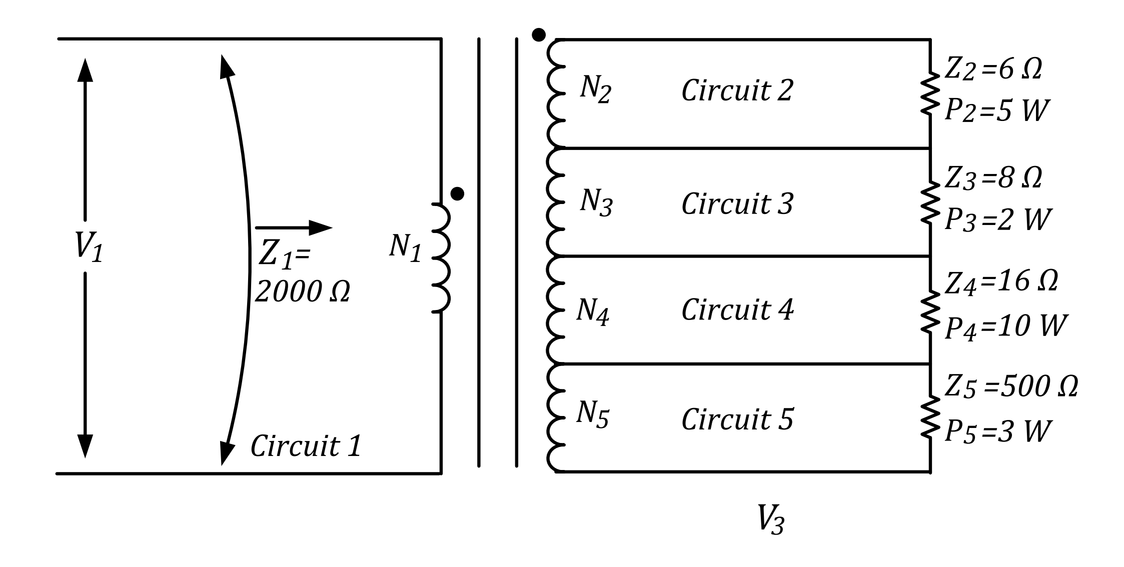
$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{2000\ V}{12.5\ A} = 160\ \Omega$$

أفكار ذات صلة :

عندما لاتكون أحمال الملف الثانوي أومية يمكن تطبيق المعادلة السابقة على اعتبار أن الممانعات هي قيم عقدية والجهود والتيارات هي قيم طورية .

اختيار محولة ذات ملفات ثانوية محملة :

المطلوب اختيار نسبة تحويل محولة ذات ملفات ثانوية نظامية من أجل تغذية الأحمال المبينة في الشكل (5) .



الشكل (5) : محولة ذات ملفات ثانوية محملة

<u>خطوات الحساب :</u>

1. حساب الاستطاعة المطلوبة للملف الأولي :

عندما تحوي المحولة على عدة ملفات ثانوية محملة فإن الاستطاعة المطلوبة للملف الابتدائي P_1 تساوي :

$$P_1 = P_2 + P_3 + \cdots$$

حيث : P_2 , P_3 ,... هي الاستطاعات المطلوبة لكل دارة ملف ثانوي , لذلك فإن :

$$P_1 = 5 + 2 + 10 + 3 = 20\ W$$

2. حساب جهد الدخل للملف الابتدائي V_1:

من العلاقة :

$$P_1 = V_1^2 / Z_1$$

يمكن الحصول على :

$$V_1 = \sqrt{P_1 . Z_1} = \sqrt{20 * 2000} = 200\ V$$

3. حساب الجهود الثانوية :

$$V_2 = \sqrt{P_2 . Z_2} = \sqrt{5 * 6} = 5.48\ V$$

$$V_3 = \sqrt{P_3 . Z_3} = \sqrt{2 * 8} = 4\ V$$

$$V_4 = \sqrt{P_4 . Z_4} = \sqrt{10 * 16} = 12.7\,V$$

$$V_5 = \sqrt{P_5 . Z_5} = \sqrt{3 * 500} = 38.7\,V$$

4. اختيار نسبة التحويل :

نسب التحويل هي :

$$a_2 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{200}{5.48} = 36.5: 1$$

$$a_3 = \frac{V_1}{V_3} = \frac{200}{4} = 50: 1$$

$$a_4 = \frac{V_1}{V_4} = \frac{200}{12.7} = 15.7: 1$$

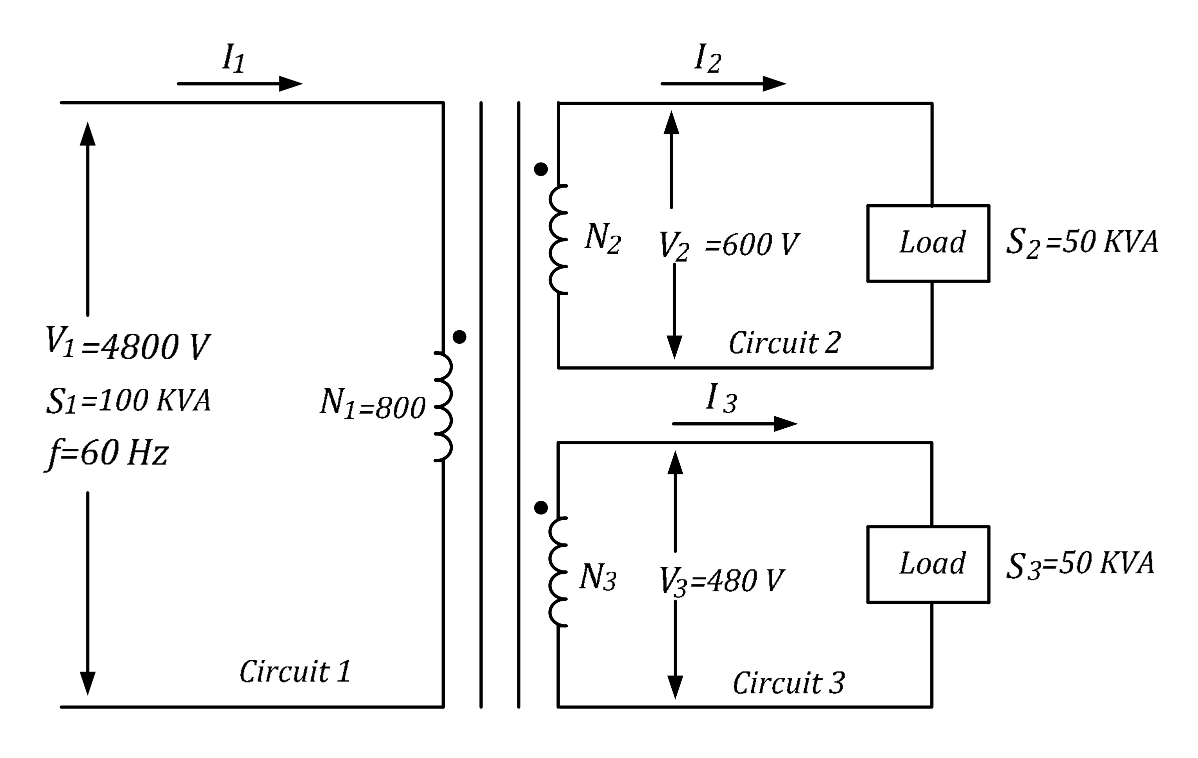
$$a_5 = \frac{V_1}{V_5} = \frac{200}{38.7} = 5.17: 1$$

أفكار ذات صلة :

القاعدة الأساسية في المحولات هي أن الاستطاعة الكلية المطلوبة في كل الملفات الثانوية يجب أن تساوي استطاعة الدخل لأولي المحولة .

مميزات وعمل المحولة :

احسب عدد لفات كل ملف ثانوي , والتيار الأولي عند كل وحدة حمل والتيار الإسمي في كل ملف ثانوي امحولة ثلاثية الملفات مبينة في الشكل (6) .



الشكل (6) : محولة ثلاثية الملفات

خطوات الحساب :

1. حساب عدد لفات كل ملف ثانوي :

نسبة تحويل الملف 2 هي :

$$a_2 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{4800}{600} = 8:1$$

لذلك فإن :

$$N_2 = \frac{N_1}{a_2} = \frac{800}{8} = 100\ turns$$

بشكل مشابه :

$$a_3 = \frac{V_1}{V_3} = \frac{N_1}{N_3} = \frac{4800}{480} = 10:1$$

وبالتالي :

$$N_3 = \frac{N_1}{a_3} = \frac{800}{10} = 80\ turns$$

2. حساب التيار الإسمي للملف الأولي :

$$I_1 = (VA)_1/V_1 = 100000/4800 = 20.83 \ A$$

3. حساب التيارات الإسمية للملفات الثانوية :

$$I_2 = (VA)_2/V_2 = 50000/600 = 83.8 \ A$$

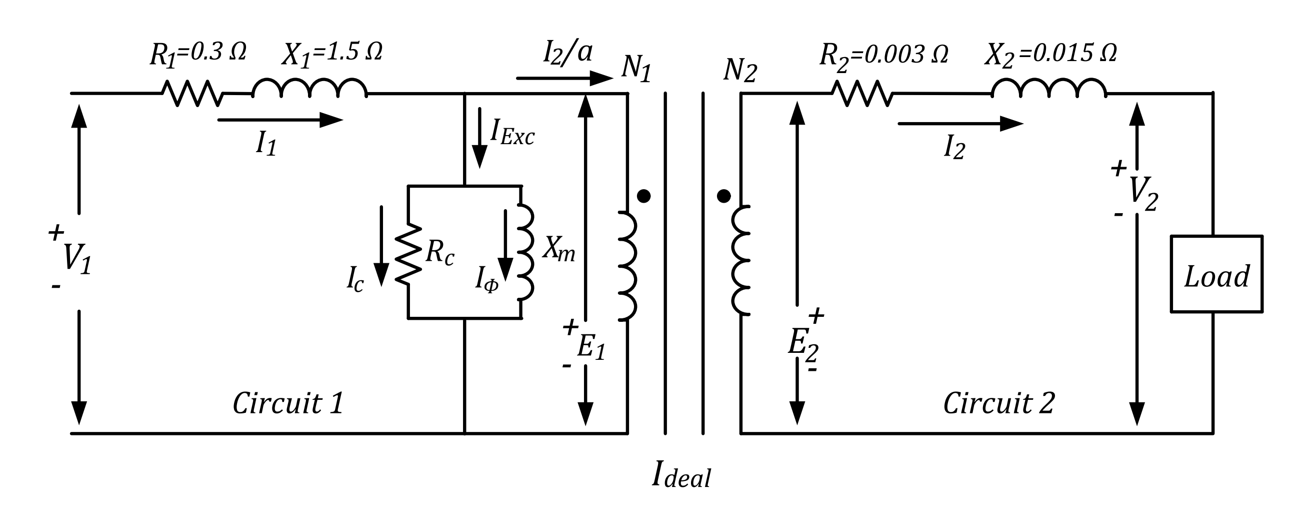
$$I_3 = (VA)_3/V_3 = 50000/480 = 104.2 \ A$$

أفكار ذات صلة :

تستخدم هذه الطريقة لتحليل محولات ذات ملف ثانوي واحد أو أكثر مستخدم من أجل التغذية , التوزيع , المناطق السكنية أو حتى الخدمة التجارية . عندما لاتكون الأحمال وحدة كاملة , فإنه يستخدم الجبر العقدي والطوري الذي يكون ممكناً في ذلك .

دراسة وعمل محولة محمّلة بحمل ذو عامل استطاعة متأخر :

احسب جهد الدخل المطلوب لإعطاء جهد على أقطاب الملف الثانوي لمحولة أحادية الطور *2400/240-V , 100 KVA* تعمل عند الحمل الكامل , علماً أن عامل استطاعة الحمل يساوي *80 %* .



الشكل (7) : نموذج دارة محولة عملية

خطوات الحساب :

1. تحليل نموذج الدارة المبينة في الشكل (7) :

إن النموذج المبين في الشكل (7) يحوي على الضياعات الأومية للملفات , وضياعات المفاعلات التحريضية والنواة والضياعات النحاسية . يمكن تعريف الرموز كما يلي :

V_1 جهد التغذية المطبق على دارة الملف الأولي .

R_1 مقاومة دارة الملف الأولي .

X_1 المفاعلة التحريضية لدارة الملف الأولي .

I_1 التيار المار في الملف الأولي .

I_{EXC} تيار التسرب .

I_C مركبة ضياع النواة لتيار التسرب , ويمكن حساب هذه المركبة من ضياعات التباطؤ وضياعات تيارات إيدي .

$I_\emptyset$ المركبة المغناطيسيو لتيار التسرب .

R_C المقاومة المكافئة الممثلة لضياع النواة .

X_m التحريضية الذاتية للملف الأولي التي تحسب من تيار المغنطة .

$\frac{I_2}{a}$ مركبة الحمل لتيار الملف الأولي .

E_1 الجهد المتحرض في الملف الأولي عن طريق كامل التدفق المتشابك مع الملف .

E_2 الجهد المتحرض في الملف الثانوي عن طريق كامل التدفق المتشابك مع الملف .

R_2 مقاومة دارة الملف الثانوي باستثناء الحمل .

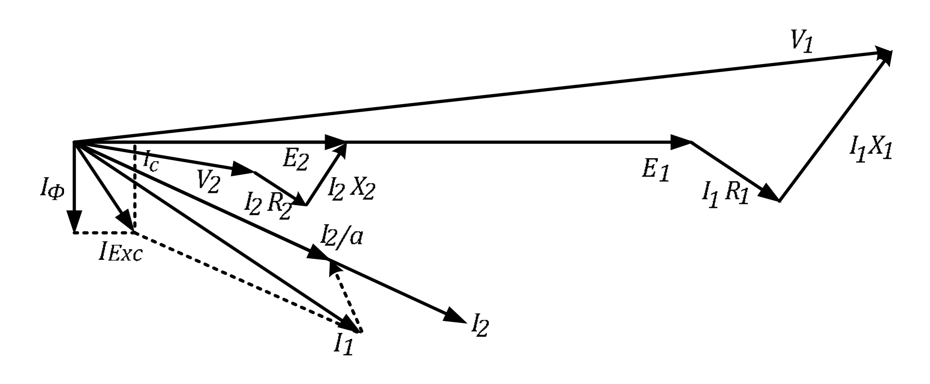
X_2 المفاعلة التحريضية لدارة الملف الثانوي .

I_2 التيار المار من دارة الملف الثانوي إلى الحمل .

V_2 الجهد الظاهر على أقطاب الملف الثانوي , بين طرفي الحمل .

2. المخطط الشعاعي :

الشكل (8) يبين المخطط الشعاعي للنموذج المبين في الشكل(7) .



الشكل (8) : المخطط الشعاعي لدارة الشكل (7)

تيار المغنطة $I_\emptyset$ حوالي 5 % من تيار الحمل الكامل في الملف الأولي . مركبة ضياع النواة ليتار التسرب I_C تساوي حوالي 1 % من تيار الحمل الكامل في الملف الأولي . التيار I_C متفق بالصفحة مع E_1 , والتيار $I_\emptyset$ متأخر عن E_1 بـــ 90^0 . عامل استطاعة تيار التسرب مهمل تقريباً , ويتأخر عن E_1 بحوالي 80^0 .

3. تبسيط الدارة في الشكل (7) :

إن تيار التسرب في نموذج المحولة المبينة في الشكل (9) مهمل تقريباً . إن بارمترات الملف الأولي X_1 , R_1 تنسب إلى طرف الملف الثانوي بـــ R_1/a^2 و X_1/a^2 على الترتيب . لذلك فإن :

$$R_{EQ2} = R_1/a^2 + R_2$$

$$X_{EQ2} = X_2/a^2 + X_2$$

الممانعة المكافئة للمحولة والمنسوبة لطرف الملف الثانوي هي :

$$Z_{EQ2} = R_{EQ2} + JX_{EQ2}$$

4. حساب V_1 :

لقد اعتمدت الشركات الصانعة للمحولات أن نسبة الجهد الأولي إلى الجهد الثانوي تساوي نسبة التحويل :

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2400}{240} = 10:1$$

$$Z_{EQ2} = (R_1/a^2 + R_2) + J\,(X_1/a^2 + X_2) = (0.3/100 + 0.003) + J(1.5/100 + 0.015) = 0.03059\angle 78.69^o \;\; A$$

$$|I_2| = (VA)_2/V_2 = \frac{100000}{240} = 416.67 \;\; A$$

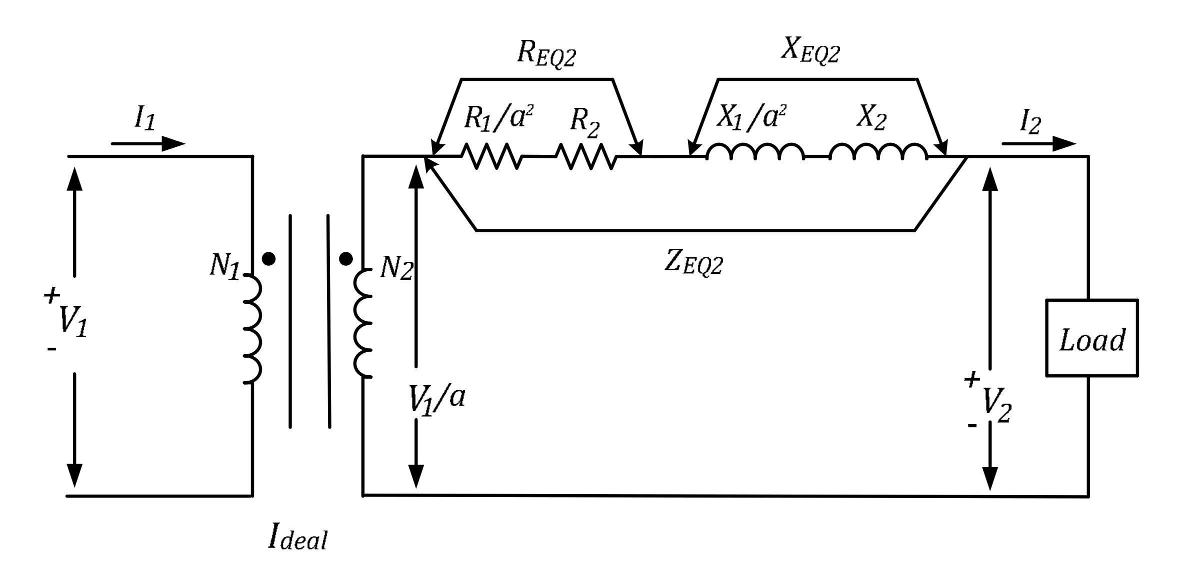
باستخدام V_2 كمرجع فإن :

$$I_2 = 416.67\angle -36.87^o \quad A$$

$$V_1/a = V_2 + I_2 Z_{EQ2} = 240\angle 0^o + (416.67\angle -36.87^o) * (0.03059\angle 78.69^o) = 249.65\angle 1.952^o \quad A$$

على أية حال فإن :

$$|V_1| = a\,|V_1/a| = 10 * 249.65 = 2496.5\,V$$



الشكل (9) : تبسيط النموذج في الشكل (7)

<u>أفكار ذات صلة :</u>

بالنسبة للأحمال ذات عامل الاستطاعة المتأخر يجب أن يكون V_1 أكبر من القيمة الإسمية (وهي في هذه الحالة *2400 V*) من أجل إعطاء الجهد الإسمي على طرفي الحمل وهو *240 V* .

دراسة وعمل محولة محمّلة بحمل ذو عامل استطاعة متقدم :

احسب الجهد الابتدائي المطلوب لإعطاء جهد إسمي على أقطاب ثانوي المحولة المبينة في الشكل (7) حيث أن المحولة تعمل عند الحمل الكامل وبعامل استطاعة *0.8* متقدم .

<u>خطوات الحساب :</u>

1. حساب V_1 :

بأخذ V_2 كمرجع فإن :

$$I_2 = 416.67\angle 36.87^o \ \ A$$

بالتعويض :

$$\frac{V_1}{a} = V_2 + I_2 Z_{EQ2} = 240\angle 0 + (416\angle 36.87^o)(0.03059\angle 78.69^o)$$

$$\frac{V_1}{a} = 234.78\angle 2.81^o \qquad \Rightarrow$$

$$|V_1| = a|V_1/a| = 10 * 234.78 = 2347.8 \qquad V$$

أفكار ذات صلة :

عندما يكون الحمل متقدم بشكل كافٍ – كما في هذه الحالة – $|V_1| = 2347.8\ \ V$, فإن هذه القيمة أقل من الجهد الابتدائي الإسمي *2400 V* وذلك لإعطاء جهد ثانوي إسمي .

حساب محولة تنظيم الجهد :

احسب تنظيم الجهد عند الحمل الكامل للمحولة المبينة في الشكل (7) وذلك من أجل عامل استطاعة *0.8* متأخر ومتقدم.

خطوات الحساب :

1. حساب تنظيم الجهد عند الحمل الكامل وبعامل استطاعة *0.8* متأخر :

محولة تنظيم الجهد معروفة بأنها ذات جهد ثانوي متغير بين الحمل الكامل وعدم الحمل . يمكن توضيح تنظيم الجهد كنسبة مئوية من الجهد الثانوي عند الحمل الكامل كما يلي :

$$V_R = [(|V_1/a| - |V_2|)/|V_2|] * 100$$

وبأخذ حمل ذو عامل استطاعة *80 %* متأخر نجد :

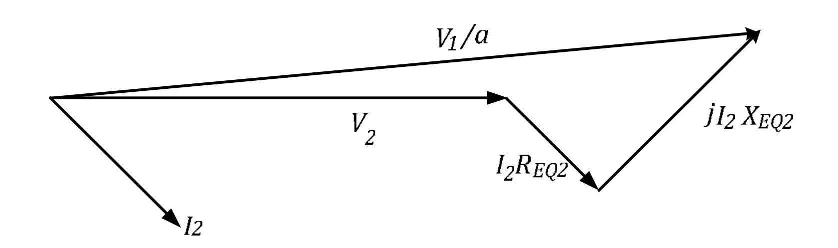
$$V_R = (249.65 - 240)/240 * 100 = 4.02\ \%$$

المخطط الشعاعي لحالة عامل استطاعة متأخر مبين على الشكل (*10*) والذي يدل على تنظيم موجب للجهد .

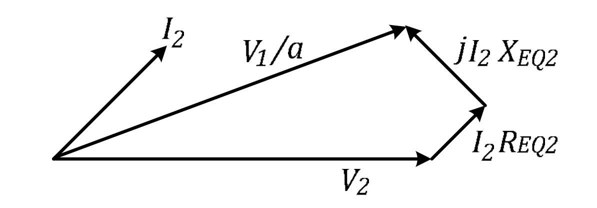
2. حساب تنظيم الجهد عند الحمل الكامل وبعامل استطاعة *0.8* متقدم :

$$V_R = (234.78 - 240)/240 * 100 = -2.18\ \%$$

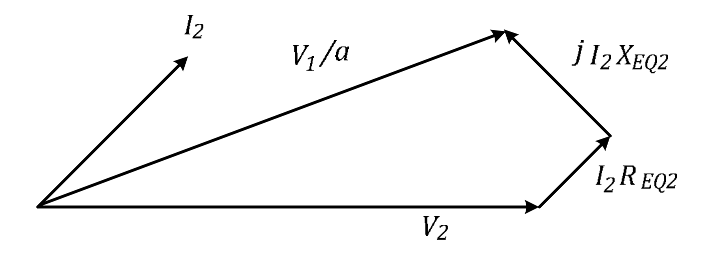
المخطط الشعاعي لحالة عامل استطاعة متقدم مبين في الشكل (*11*) والذي يدل على تنظيم سالب للجهد .



الشكل (10) : المخطط الشعاعي لمحولة محملة بحمل ذو عامل استطاعة متأخر



الشكل (11) : المخطط الشعاعي لمحولة محملة بحمل ذو عامل استطاعة متقدم



الشكل (12) : المخطط الشعاعي لحالة التنظيم صفر للجهد

<u>أفكار ذات صلة :</u>

التنظيم السالب يشير إلى أن جهد الملف الثانوي يزداد عند تحميل المحولة . ينشأ هذا من حالة الطنين الجزئي الحاصلة بين سعة الحمل وتحريضية التسرب في المحولة .

التنظيم صفر للجهد في المحولات يحصل عندما $V_1/a = V_2$. هذه الحالة نادراً ما تحصل والتي تحدث عندما يكون الحمل ذو عامل استطاعة متقدم , وهي مبينة على الشكل (12) .

<u>حساب المردود :</u>

محولة باستطاعة $10\ KVA$ فيها الضياعات الحديدية عند الجهد الإسمي تساوي $40\ W$, والضياعات النحاسية عند الحمل الكامل تساوي $160\ W$. احسب المردود من أجل حمل $5\ KVA$ وبعامل استطاعة 0.8 .

<u>خطوات الحساب :</u>

1. تحليل الضياعات :

إن مجموع ضياعات البطاء المغناطيسي وضياعات تيارات فوكو تدعى بضياعات النواة أو الضياعات الحديدية ويرمز لها بـــ P_i وهي ضياعات ثابتة في المحولات . إن مجموع الضياعات I^2R في الملفين الأولي والثانوي تدعى بالضياعات النحاسية P_{cu} حيث :

$$P_{cu} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2$$

وهذا ما يظهر أن الضياعات النحاسية تتغير مع مربع التيار .

2. حساب المردود :

يمكن إيجاد المردود η من العلاقة :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out}+Losses} = \frac{P_{out}}{P_{out}+P_i+P_{cu}}$$

$$\eta = \frac{(VA_{Load})(pf)}{(VA_{Load})(pf)+P_i+P_{cu}(VA_{Load}/VA_{rating})^2}$$

من هذه المعادلة يمكن أن نحسب :

$$\eta = \frac{5000*0.8}{5000*0.8+40+160(5000/10000)^2} = 98\ \%$$

أفكار ذات صلة :

1. الضياعات الحديدية في هذه المحولة محددة بدقة تماماً عن طريق قياس استطاعة الدخل عند الجهد والتردد الإسميين وفي حالات عدم الحمل . على الرغم من عدم وجود فرق في تغذية الملفات , فإنه يفضل دوماً تغذية طرف الجهد المنخفض (حيث من الضروري استخدام الجهد الإسمي في هذا الاختبار) .
2. تقاس الضياعات النحاسية بطريقة الدارة القصيرة في المحولة وذلك بقياس استطاعة الدخل عند التردد الإسمي وتيار الحمل الكامل . من الأفضل دوماً قصر طرف الجهد المنخفض وتغذية طرف الجهد العالي . على أية حال فإنه من غير المهم فيما لو تمت التغذية والقصر بالعكس .
3. نظراً لأن تغيير عامل الاستطاعة للحمل لايغير الضياعات فإن زيادة عامل استطاعة الحمل سوف يحسن من مردود المحولة , وعندها ستصبح الضياعات بنسبة أقل من استطاعة الدخل الكلية . إن مردود المحولة في حالة عدم التحميل يساوي الصفر . إن الأحمال الكبيرة تؤدي إلى زيادة الضياعات النحاسية والتي تتغير مع مربع التيار , مما يؤدي لانخفاض المردود , أما حالة المردود الأعظمي فتحصل عند بعض القيم المتوسطة من الحمل .

تحليل عمل محولة عند المردود الأعظمي :

احسب مستوى الحمل الذي يحصل عنده المردود الأعظمي لمحولة المثال السابق . ثم أوجد المردود الأعظمي عند عامل استطاعة *100 %* وعامل استطاعة *50 %* .

خطوات الحساب :

1. حساب مستوى الحمل من أجل مردود أعظمي :

يحصل المردود الأعظمي عندما تكون الضياعات النحاسية مساوية للضياعات الحديدية لذلك فإن :

$$P_i = P_{cu}\left(KVA_{Load}/KVA_{rating}\right)^2$$

$$40 = 160(KVA_{Load}/10\ KVA)^2$$

بالحل :

$$KVA_{Load} = 5\ KVA$$

2. حساب المردود الأعظمي عند عامل استطاعة % 100 :

عند تساوي الضياعات النحاسية والحديدية فإن :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out}+P_i+P_{cu}} = \frac{5000}{5000+40+40} = 98.42\ \%$$

3. حساب المردود الأعظمي عند عامل استطاعة 0.5 :

المردود الأعظمي في هذه الحالة يساوي :

$$\eta = \frac{5000*0.5}{5000*0.5+40+40} = 96.9\ \%$$

أفكار ذات صلة :

1. يحصل المردود الأعظمي عند نصف الحمل تقريباً لمعظم المحولات . في هذا المثال فإنه حصل عند نصف الحمل تماماً . تحافظ المحولات على مردود عالي لمجال واسع من قيم الحمل أكبر وأقل من نصف الحمولة .
2. المردود الأعظمي لهذه المحولة تتناقص عند عوامل استطاعة أقل وذلك من القيمة *98.42 %* عند عامل استطاعة كامل إلى القيمة *96.9 %* عند عامل استطاعة *50 %* .
3. إن قيم المردود بشكل عام لجميع المحولات أكبر من قيم المردود بالنسبة للآلات الدوّارة عند نفس السعة وذلك لأن الآلات الكهربائية الدوّارة تملك ضياعات إضافية مثل ضياعات الحمل الدورانية والضياعات المتفرقة .

حساب المردود اليومي :

محولة باستطاعة $50\ KVA$ فيها الضياعات الحديدية عند الجهد الإسمي $180\ W$, والضياعات النحاسية عند الحمل الكامل تساوي $620\ W$, احسب المردود اليومي للمحولة عند عملها بالأحمال الجزئية التالية :

حمل كامل لمدة $8\ h$,نصف الحمل لمدة $5\ h$,ربع الحمل لمدة $7\ h$,بدون حمل لمدة $4\ h$.

خطوات الحساب :

1. إيجاد الضياعات الحديدية الكلية :

بما أن الضياعات الحديدية موجودة طوال فترة تغذية المحولة فإن الضياعات الحديدية تساوي :

$$W_{i(total)} = P_i . t = (180 * 24)/1000 = 4.32 \quad Kwh$$

2. تحديد الضياعات النحاسية الكلية :

تعطى الضياعات النحاسية بالعلاقة :

$$W_{cu} = P_{cu} . t$$

بما أن الضياعات النحاسية تتغير مع مربع الحمل فإن ضياعات القدرة النحاسية الكلية تساوي :

$$W_{cu(total)} = \frac{(1^2 * 620 * 8 + 0.5^2 * 620 * 5 + 0.25^2 * 620 * 7)}{1000} = 6.006\ Kwh$$

وذلك على مدار الـــ 24 ساعة التي تقوم فيها المحولة بتغذية الحمل .

3. حساب ضياعات القدرة الكلية :

ضياعات القدرة الكلية على مدار الـــ 24 ساعة تساوي :

$$W_{loss(total)} = W_{i(total)} + W_{cu(total)} = 4.32 + 6.006 = 10.326\ \ Kwh$$

4. حساب قدرة الخرج :

$$W_{out(total)} = 50 * 8 + 50 * 0.5 * 5 + 50 * 0.25 * 7 = 612.5\ Kwh$$

5. حساب المردود اليومي :

$$\frac{W_{out(total)}}{W_{out(total)} + W_{loss(total)}} * 100 = \frac{612.5}{612.5 + 10.236} * 100 = 98.3\ \ \%$$

أفكار ذات صلة :

إن المردود اليومي للمحولة ثابت هام عند توصيلها للتغذية على مدار الـــ 24 ساعة كما في أنظمة التوزيع . ولقد جرت العادة في حساب المردود عند عوامل استطاعة محددة . وعند أي عامل استطاعة آخر فإن المردود اليومي سيكون أقل لأن استطاعة الخرج ستكون أقل من أجل الضياعات ذاتها .

إن المردود الكلي لمحولات التوزيع على مدار الـــ 24 ساعة مرتفع على الرغم من تغير عوامل الاستطاعة . يحصل انخفاض المردود اليومي فقط عند عدم الحاجة للمحولة أو عند العمل عند عامل استطاعة منخفض تقريباً.

اختيار محولة تغذي حمل دوري :

يطلب اختيار الاستطاعة الصغرى لمحولة تغذي حمل دوري :

100 KVA لمدة 2 min , 50 KVA لمدة 3 min , 25 KVA لمدة 2 min , وبدون حمل من أجل استقرارها لمدة 10 min .

خطوات الحساب :

1. حساب الاستطاعة الإسمية الكلية بـــ KVA للمحولة :

عندما يكون الحمل الدوري قصير بشكل كافٍ فإن حرارة المحولة لن تتغير أثناء الدورة . استطاعة المحولة الصغرى هي القيمة المنتجة للحمل لذلك فإن :

$$S = \sqrt{\frac{S_1^2 t_1 + S_2^2 t_2 + S_3^2 t_3}{t_{cycle}}} = \sqrt{\frac{100^2 * 2 + 50^2 * 3 + 25^2 * 2}{10}} = 53.62\ KVA$$

أفكار ذات صلة :

عند اختيار محولة لتغذية حمل دوري فإنه من الضروري التحقق من أن تنظيم الجهد غير زائد عند قمة الحمل . الطريقة المستخدمة في هذا المثال تغذي بشكل مقبول حمل دوري قصير . إذا كانت دورة الحمل طويلة الأمد (عدة ساعات) لايمكن استخدام هذه الطريقة , إذ يجب الأخذ بالاعتبار في تلك الحالة الثابت الزمني الحراري .

تحليل محولة تحت شروط الدارة القصيرة :

محولة مصممة لتتحمل مرور تيار قدره *30* مرة من التيار الإسمي لمدة *1 sec* . احسب الزمن المسموح لمرور تيار يساوي 20 مرة من التيار الإسمي , ثم أوجد قيمة التيار الأعظمية التي تستطيع المحولة تمريرها لمدة *2 sec* .

خطوات الحساب :

1. حساب الزمن المسموح لمرور تيار يساوي 30 مرة من التيار الإسمي :

للمحولات بشكل عام شرط محدد $I^2.t$ وذلك لأن الحرارة تساوي I^2R_{EQ} , حيث R_{EQ} ثابتة من أجل محولة محددة (R_{EQ} تمثل المقاومة الكلية لكل من دارتي الملف الأولي والثانوي) , لذلك فإن :

$$I_{rating}^2 t_{rating} = I_{new}^2 t_{new} \quad \Rightarrow$$

$$30^2 * 1 = 20^2 * t_{new}$$

بالحل نجد :

$$t_{new} = 2.25\ sec$$

2. حساب قيمة التيار الأعظمي المسموحة خلال زمن 2 sec :

$$30^2 * 1 = I^2 * 2 \quad \Rightarrow \quad I = 21.21\ times$$

أي تستطيع المحولة تمرير تيار قدره 21.21 مرة من التيار الإسمي خلال زمن قدره 2 sec .

أفكار ذات صلة :

المسألة الحرارية هي المسألة الأساسية التي تحدد إمكانية تخزين ملفات المحولة للحرارة قبل وصولها إلى قيمة غير مسموحة . تصلح الطريقة المتبعة في هذا المثال من أجل أزمنة t أقل من *10 sec* .

حساب بارمترات الدارة المكافئة لمحولة قدرة باستخدام اختبارات الدارة المفتوحة والدارة القصيرة :

تم إجراء اختبار الدارة المفتوحة والدارة القصيرة على محولة استطاعتها *50 KVA , 5 KV/500 V , 60 Hz* .

أشارت قراءات اختبار الدارة القصيرة من طرف الملف الابتدائي إلى : *190 V, 450 W, 9A* .

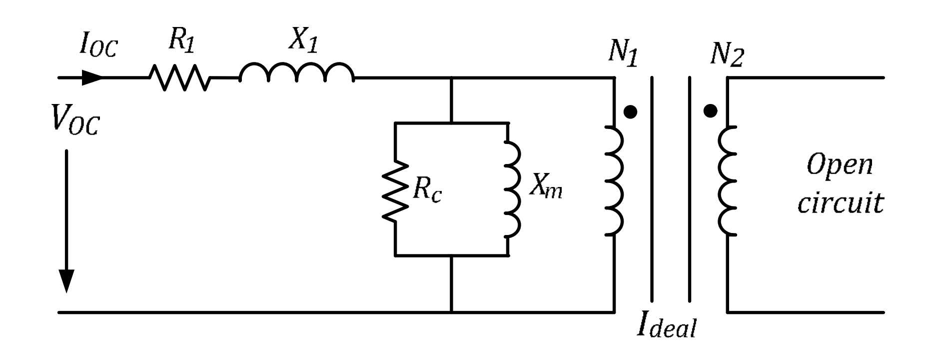
وأشارت قراءات اختبار الدارة المفتوحة من طرف الملف الابتدائي إلى : *5 KV,250 W, 0.4 A* .

احسب بارمترات الدارة المكافئة $(X_2, R_2, X_1, R_1, X_m, R_C)$. (عد إلى الشكل (7)) .

خطوات الحساب :

1. تحليل نموذج الدارة المكافئة :

رموز الدارة المكافئة التي تم استخدامها معرفة بالشكل (8) من أجل تحديد كل بارمترات الدارة المكافئة نحتاج لحساب مقاومة الملفات , المفاعلة التحريضية , حيث تمثل المقاومة المكافئة ضياعات النواة , والتحريضية الذاتية للملف الابتدائي تحسب تيار التمغنط .



الشكل (13) : مخطط الدارة المكافئة لمحولة قدرة في حالة اختبار الدارة المفتوحة

2. حساب المقاومة التفرعية R_C ومفاعلة التمغنط X_m للمحولة باستخدام اختبار الدارة المفتوحة :

مخطط الدارة المكافئة في حالة اختبار الدارة المفتوحة لمحولة القدرة مبين على الشكل (13) .

بما أن R_C أكبر بكثير من R_1 لذلك يمكن إهمال تأثير المقاومة R_1 عند الحساب , لذلك :

$$P_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{R_C} \quad \Rightarrow \quad R_C = \frac{V_{oc}^2}{P_{oc}}$$

$$R_C = \frac{(5*1000)^2}{250} = 100000\ \Omega$$

أيضاً : بما أن X_m أكبر بكثير من X_1 لذلك يمكن إهمال تأثير X_1 عند الحساب , لذلك :

$$Q_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{X_m}$$

في البداية يمكن حساب الاستطاعة الكلية :

$$S_{oc} = V_{oc} * I_{oc} = 5000 * 0.4 = 2000\ \text{VA}$$

عامل الاستطاعة يساوي :

$$pf = \frac{P_{oc}}{S_{oc}} = \frac{250}{2000} = 0.125 \quad (\text{متأخر})$$

عامل الاستطاعة هو تجيب الزاوية بين شعاع التيار وشعاع الجهد لذلك فإن الزاوية تساوي :

$$\theta = cos^{-1}(0.125) = 82.8^{o}$$

وبالتالي فإن :

$$Q_{oc} = V_{oc}.I_{oc}.\sin\theta = 5000 * 0.4 * \sin(82.8) = 1984\ \text{VAR}$$

$$X_m = \frac{V_{oc}^2}{Q_{oc}} = \frac{(5*10^3)^2}{1984} = 12600\ \ \Omega$$

3. حساب مقاومة النواة (R_1وR_2) ومفاعلة التسرب (X_1وX_2) لمحولة القدرة من اختبار الدارة القصيرة :

مخطط الدارة المكافئة في حالة اختبار الدارة القصيرة مبين على الشكل (14) . مخطط الدارة المكافئة المنسوبة إلى الطرف الأولي مبين على الشكل (15) . في معظم الحالات تكون المقاومة R_1 قريبة جداً من a^2R_2 وتكون X_1 قريبة جداً من a^2X_2 لذلك يمكن اعتبار ما يلي :

$$R_1 = a^2R_2$$

$$X_1 = a^2X_2$$

لذلك يمكن تبسيط الدارة المكافئة كما في الشكل (16) .

يمكن تعريف البارمترين التاليين :

$$R_W = R_1 + a^2R_2 = 2 * R_1 = 2 * a^2R_2$$

$$X_W = X_1 + a^2X_2 = 2 * X_1 = 2 * a^2X_2$$

في البداية لنحسب الاستطاعة الكلية :

$$S_{sc} = V_{sc} * I_{sc} = 190 * 9 = 1710\ \ \text{VA}$$

لذلك يمكن أن نحصل على :

$$Q_{sc} = \sqrt{S_{sc}^2 - P_{sc}^2} = \sqrt{1710^2 - 450^2} = 1650\ \ \ \text{VAR}$$

عندها :

$$R_W = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{450}{9^2} = 5.56 \quad \Omega$$

$$X_W = \frac{Q_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{1650}{9^2} = 20.4 \quad \Omega$$

وبالتالي :

$$R_1 = \frac{R_W}{2} = \frac{5.56}{2} = 2.78 \quad \Omega$$

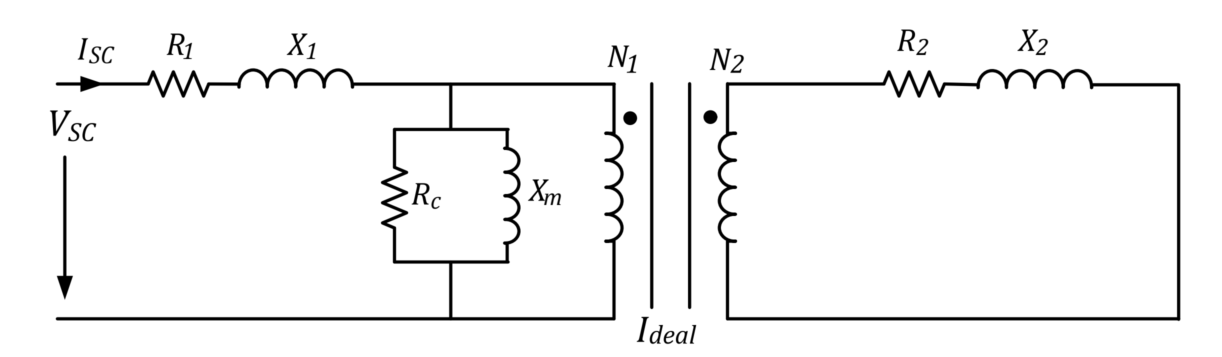
نعلم أن :

$$a = \frac{5000}{500} = 10$$

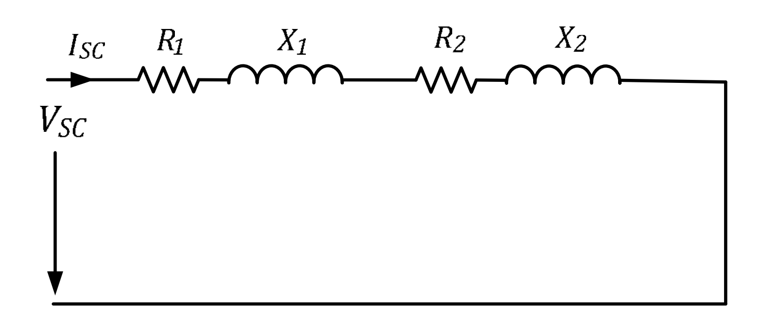
لذلك فإن :

$$R_2 = \frac{R_W}{2*a^2} = \frac{5.56}{2*10^2} = 27.8 \quad m\Omega$$

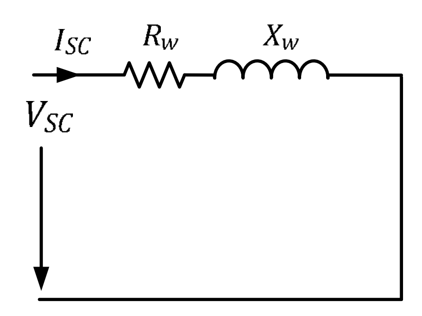
$$X_2 = \frac{X_W}{2*a^2} = \frac{20.4}{2*10^2} = 102 \quad m\Omega$$



الشكل (14): مخطط الدارة المكافئة لمحولة قدرة في حالة اختبار الدارة القصيرة



الشكل (15) مخطط الدارة المكافئة منسوبة إلى الطرف الأولي



الشكل (16) : مخطط الدارة المكافئة المبسطة

<u>أفكار ذات صلة :</u>

يمكن الحصول على تيار تهييج المحولة من العلاقة : $I_{\phi} = I_{oc}$, وعلى تيار التمغنط من العلاقة : $I_m = \frac{V_{oc}}{X_m}$.

والتيار I_C المغذي لضياعات النواة عند إجراء اختبارات الدارة القصيرة والدارة المفتوحة . علاوة على ذلك فإن ضياعات النواة للمحولة تساوي تقريباً P_{sc} . قد تستخدم هذه النتيجة لحساب مردود محولة القدرة المناقشة في فقرة حساب المردود .

<u>عمل المحولات الذاتية الرافعة (المحولة في نمط الرفع):</u>

احسب تيارات الحمل الكامل لمحولة معزولة مبينة على الشكل (4.17-a) لها المواصفات التالية : 50 KVA , 2400 V , 120 V , 2400/120 V . احسب الاستطاعة الإسمية الكلية بـــ KVA والنسبة المئوية لزيادة الحمل الكلية بـــ KVA وتيارات الحمل الكامل .

<u>خطوات الحساب :</u>

1. إيجاد تيارات الحمل الكامل للمحولة المعزولة :

$$I_1 = \frac{(\mathrm{VA})_1}{\mathrm{V}_1} = \frac{50000}{2400} = 20.83 \quad \mathrm{A}$$

$$I_2 = \frac{(\mathrm{VA})_2}{\mathrm{V}_2} = \frac{50000}{120} = 416.7 \quad \mathrm{A}$$

2. تحديد الاستطاعة الإسمية بـــ KVA للمحولة الآلية :

بما أن ملف الـــ 120 V قادر على تحمل تيار 416.7 A فإن الاستطاعة الإسمية بـــ KVA للمحولات الآلية يساوي :

$$VA_2 = \frac{2520*416.7}{1000} = 1050 \quad \mathrm{KVA}$$

3. حساب النسبة المئوية لزيادة الحمل باستخدام المحولة المعزولة كمحولة آلية :

$$\frac{KVA_{\text{auto}}}{\text{KVA}_{\text{isolation}}} = \frac{1050}{50} * 100 = 2100 \ \ \%$$

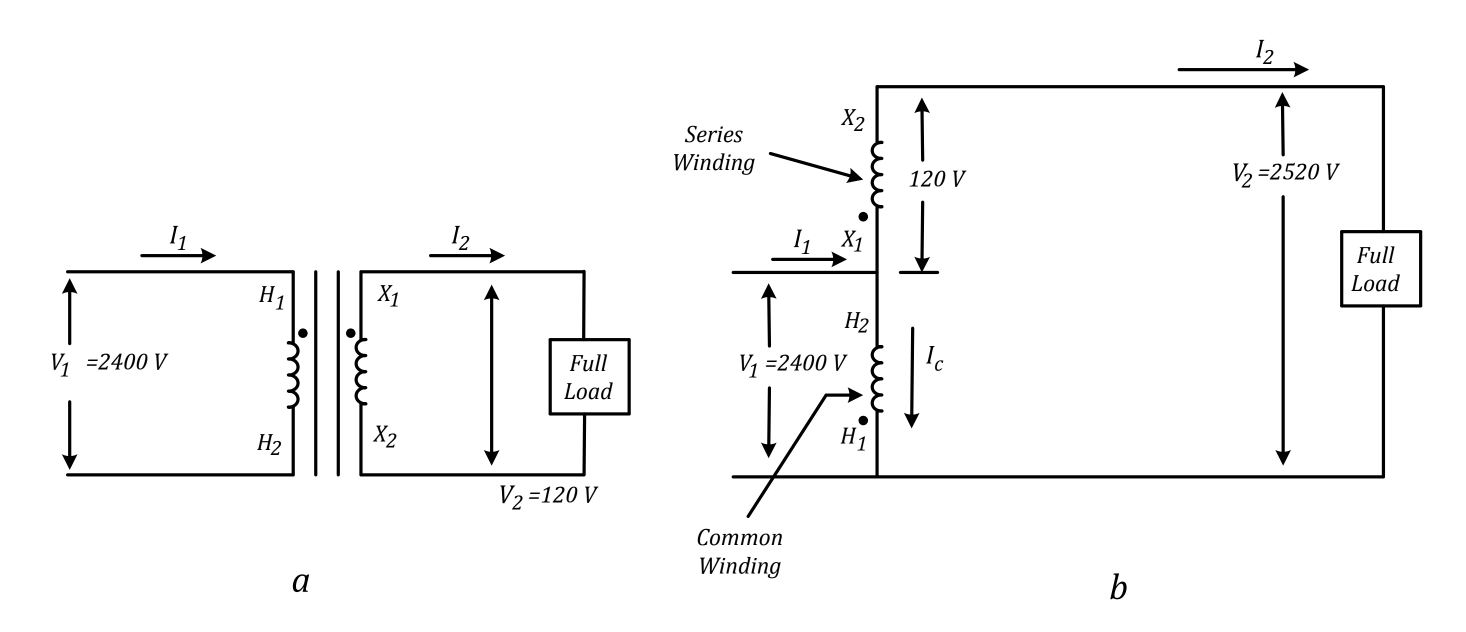
4. حساب تيار الحمل الكامل للمحولات الآلية :

بما أن الملفات التسلسلية (X_2 وX_1) لها تيار حمل إسمي كامل 416.7 A ($I_2 = 416.7\ A$) فإن :

$$I_1 = \frac{(\text{VA})_1}{\text{V}_1} = \frac{1050*1000}{2400} = 437.5 \text{ A}$$

التيار في الملفات المشتركة يساوي :

$$I_c = \text{I}_1 - \text{I}_2 = 437.5 - 416.7 = 20.8 \ \ \text{A}$$



الشكل (17) : تطبيق على (a) محول معزول , (b) محول ذاتي

<u>أفكار ذات صلة :</u>

بالنسبة لدارة المحول الآلي , الاستطاعة بـــ KVA ازدادت بنسبة % 2100 عن قيمتها الطبيعية عند عمل ملفات الجهد المنخفض باستطاعتها الإسمية . إن تأثير ملف الجهد العالي مهمل لأن $I_c = 20.8$ A في حين أن I_1 في دارة المحول المعزول يساوي 20.83 A .

إن زيادة استطاعة التحميل ناتجة عن توصيل المحولة المعزولة كمحولة آلية والتي تحسب بحجم أقل في المحولات الآلية عند نفس الاستطاعة بـــ KVA بالمقارنة مع المحولات الأولية المعزولة . على أية حال فإن زيادة استطاعة التحميل المشار إليها تحصل فقط بنسب جهود الابتدائي والثانوي في المحولات الآلية .

تحليل محولة Y/Δ ثلاثية الطور باستخدام مولد – محول رافع :

احسب تيار الخط وتيار الطور الملف الابتدائي , جهد الطور في الملف الثانوي ونسبة التحويل لمحولة ثلاثية الطور استطاعتها 50 MVA مبينة في الشكل (18) عند استخدام مولد – محول رافع ويعمل عند الحمل الإسمي .

خطوات الحساب :

1. إيجاد تيار الخط في الملف الابتدائي :

$$I_{1P} = \frac{\mathrm{S}}{\sqrt{3}\mathrm{V_{LP}}} = \frac{50*10^6}{\sqrt{3}*13000} = 2221 \ \ \mathrm{A}$$

2. تحديد قيمة تيار الطور في الملف الابتدائي :

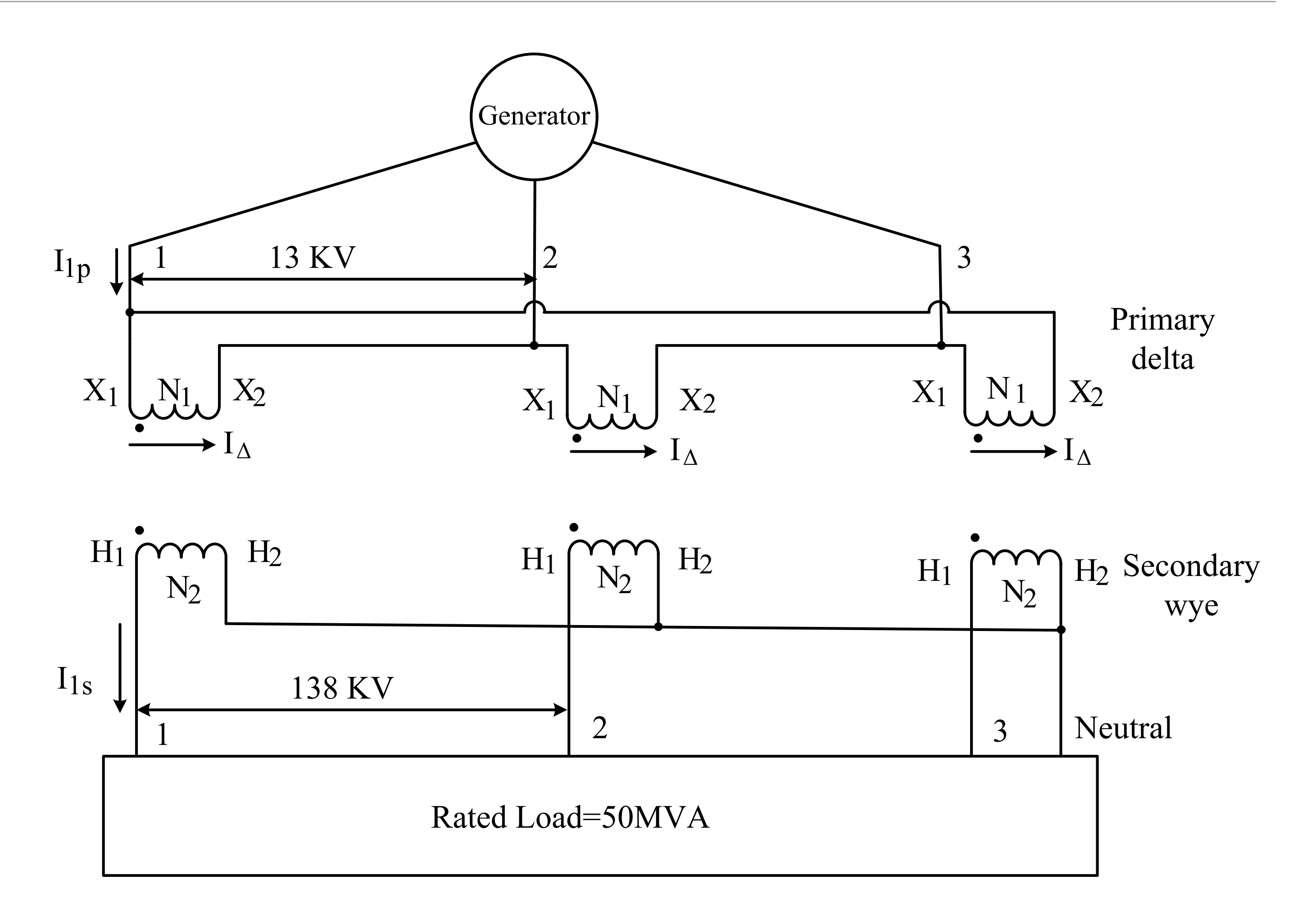
$$I_{\mathrm{phase}\ \Delta} = \frac{\mathrm{I_{Line}}}{\sqrt{3}} = \frac{2221}{\sqrt{3}} = 1282 \ \ \mathrm{A}$$

3. حساب جهد الطور للملف الثانوي :

$$V_{1\mathrm{N}} = \frac{\mathrm{V_{LS}}}{\sqrt{3}} = \frac{138000}{\sqrt{3}} = 79674.3 \ \ \mathrm{V}$$

4. حساب تيار الخط في الملف الثانوي :

$$I_{1\mathrm{S}} = \frac{\mathrm{S}}{\sqrt{3}.\mathrm{V_{LS}}} = \frac{50*10^6}{\sqrt{3}*138000} = 209.18 \ \ \ \mathrm{A}$$



الشكل(18) :محولة ثلاثية الطور Δ/Y مستخدمة كمولد ومحول رافع

5. حساب نسبة تحويل المحولة :

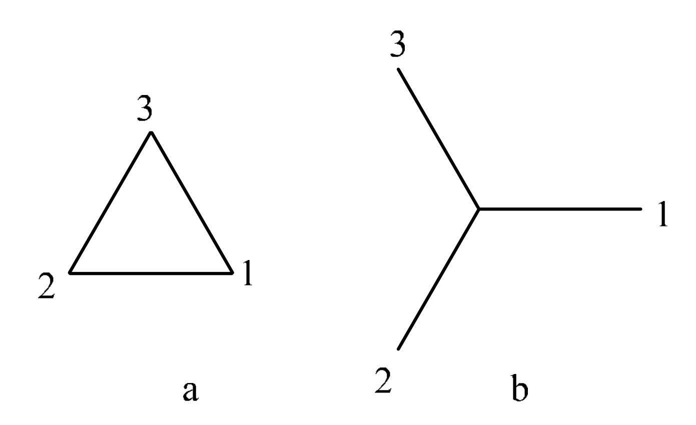
$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{13000}{79674.3} = 0.163 = 1{:}\,6.13$$

<u>أفكار ذات صلة :</u>

تيار الخط في الملف الثانوي متعلق بتيار الخط في الملف الأولي كما يلي :

$$\mathrm{I}_{1s} = a\, I_{1P}/\sqrt{3} = (0.163 * 2221)/\sqrt{3} = 209\ \ A$$

والتي توافق القيمة المحسوبة I_{1s} في الخطوة 4 . علاقات جهد الطور الشكل (*19*) تظهر أن جهود الملف الثانوي للطرف Y تتقدم على جهود الملف الابتدائي من طرف Δ بـــ 30^o .



الشكل (*19*) :المخطط الشعاعي لجهد محولة رافعة :a أولي مثلثي *13KV* و b ثانوي نجمي *138 KV*

عمل نظام Δ مفتوح أو نظام *V-V* :

محولة Δ − Δ مبينة على الشكل (*20*) والمواصفات الإسمية لكلا طرفي المحولة معطاة كما يلي :

40 KVA , 2400/240 V , تغذي حمل قيمته 80 KVA عند عامل استطاعة واحدي . إذا تم إخراج المحولة عن الخدمة من أجل الصيانة , احسب – بالتوصيلة *V-V* الناتجة – استطاعة التحميل بـــ KVA لكل محولة , النسبة المئوية لاستطاعة التحميل الإسمية لكل محولة , الاستطاعة الإسمية الكلية بـــ KVA للمحولة *V-V* , نسبة الاستطاعة الإسمية للمحولة *V-V* إلى الاستطاعة الإسمية للمحولة Δ − Δ , والنسبة المئوية لزيادة الحمل في كل محولة .

خطوات الحساب :

1. إيجاد استطاعة التحميل بـــ KVA لكل محولة :

الحمل على كل محولة يساوي :

$$\frac{total\ KVA}{\sqrt{3}} = \frac{80\ \text{KVA}}{\sqrt{3}} = 46.2\ \text{KVA}$$

2. تحديد النسبة المئوية لاستطاعة التحميل الإسمية لكل محولة :

النسبة المئوية لحمل المحولة تساوي :

$$\frac{(Load\ KVA/\text{transformer})}{\text{rating KVA per transformer}} * 100 = \frac{46.2\ \text{KVA}}{40\ \text{KVA}} * 100 = 115.5\ \%$$

3. حساب الاستطاعة الإسمية الكلية للمحولة *V-V* :

وتحسب كما يلي :

$$\sqrt{3}(rating\ in\ KVA\ per\ transformer) = \sqrt{3} * 40 = 69.3\ \text{KVA}$$

4. حساب نسبة الاستطاعات الإسمية :

$$\text{نسبة الاستطاعات الإسمية} = \frac{V-V\ \text{استطاعة المحول}}{\Delta-\Delta\ \text{استطاعة المحول}} * 100 = \frac{69.3\ KVA}{120\ \text{KVA}} * 100 = 57.7\ \%$$

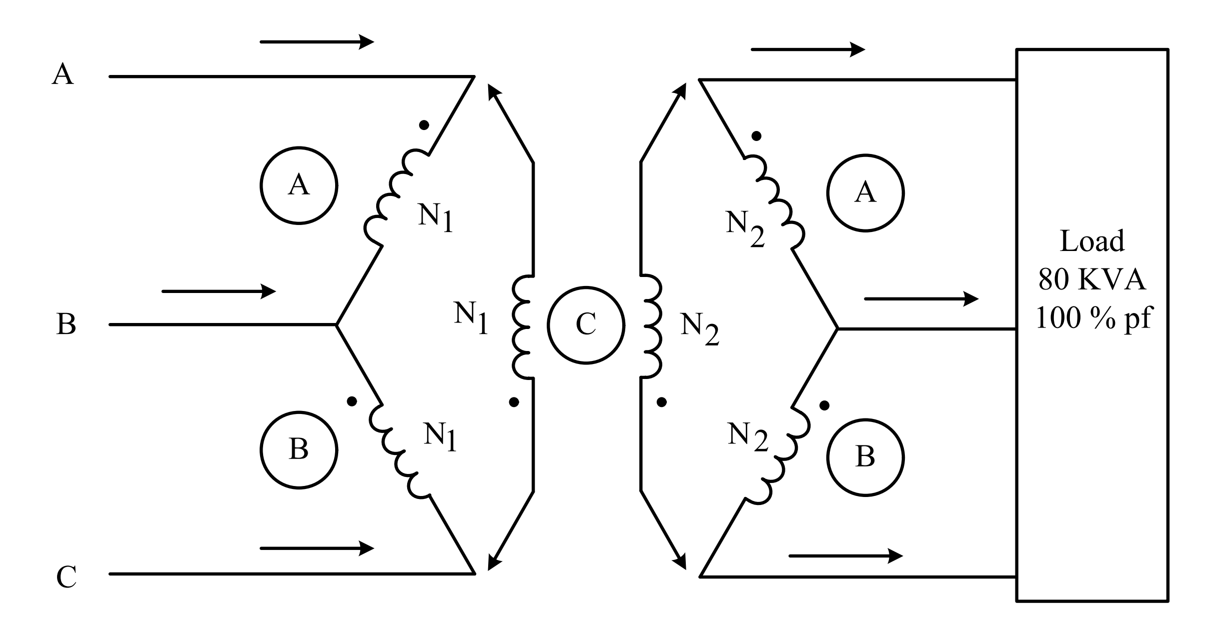
5. حساب النسبة المئوية لزيادة استطاعة التحميل في كل محولة :

الحمل الطبيعي لكل محولة $\Delta - \Delta$ يساوي :

$$\frac{80\ KVA}{\sqrt{3}} = 26.67\ \text{KVA} \quad \text{لكل محولة}$$

النسبة المئوية لزيادة التحميل تساوي :

$$\frac{\text{KVA per transformer in V−V}}{\text{KVA per transformer in } \Delta-\Delta} * 100 = \frac{46.2\ \text{KVA}}{26.67\ \text{KVA}} * 100 = 173.2\ \%$$



الشكل (20) :نزع طور المحولة C من نظام Δ/Δ يعطي نظام V/V

أفكار ذات صلة :

يوضح هذا المثال بشكل عملي أن زيادة الحمل بنسبة % 173.2 في النظام V-V سوف يؤدي لتحميل المحولة حملاً زائداً بنسبة % 115.5 .ونظراً لأن التيار الصادر عن النظام V-V ليس تيار طور فإن كل محولة في حالة النظام Δ المفتوح تغذي % 57.7 من الاستطاعة الكلية .

تحليل نظام التوصيلة Scott:

محرك ثنائي الطور استطاعته 10 hp وله المواصفات التالية : 240 V, 60 Hz وبمردود 85 % وعامل استطاعة 80 % تتم تغذيته من نظام ثلاثي الطور 600 V كما في الشكل (21) عن طريق محولة Scott . أحسب الاستطاعة الكلية المستجرة من قبل المحرك عند الحمل الكامل , والتيار في كل خط من الطورين والتيار في كل خط من الأطوار الثلاثة .

خطوات الحساب :

1. إيجاد الاستطاعة الكلية المستجرة من قبل المحرك :

استطاعة الخرج الإسمية للمحرك تساوي :

$$P_0 = 746 * 10 = 7460\, W$$

أما الاستطاعة الفعلية المستجرة من قبل المحرك عند الحمل الكامل تساوي :

$$\frac{P_0}{\eta} = \frac{7460}{0.85} = 8776\, W$$

حيث η مردود المحرك .

وبالتالي الاستطاعة الكلية المستجرة من قبل المحرك عند الحمل الكامل تساوي :

$$S = \frac{P}{pf} = \frac{8776}{0.8} = 10970\, VA$$

2. تحديد التيار في كل خط من الطورين :

الاستطاعة الكلية لكل طور تساوي :

$$\frac{10970}{2} = 5485\, VA$$

لذلك :

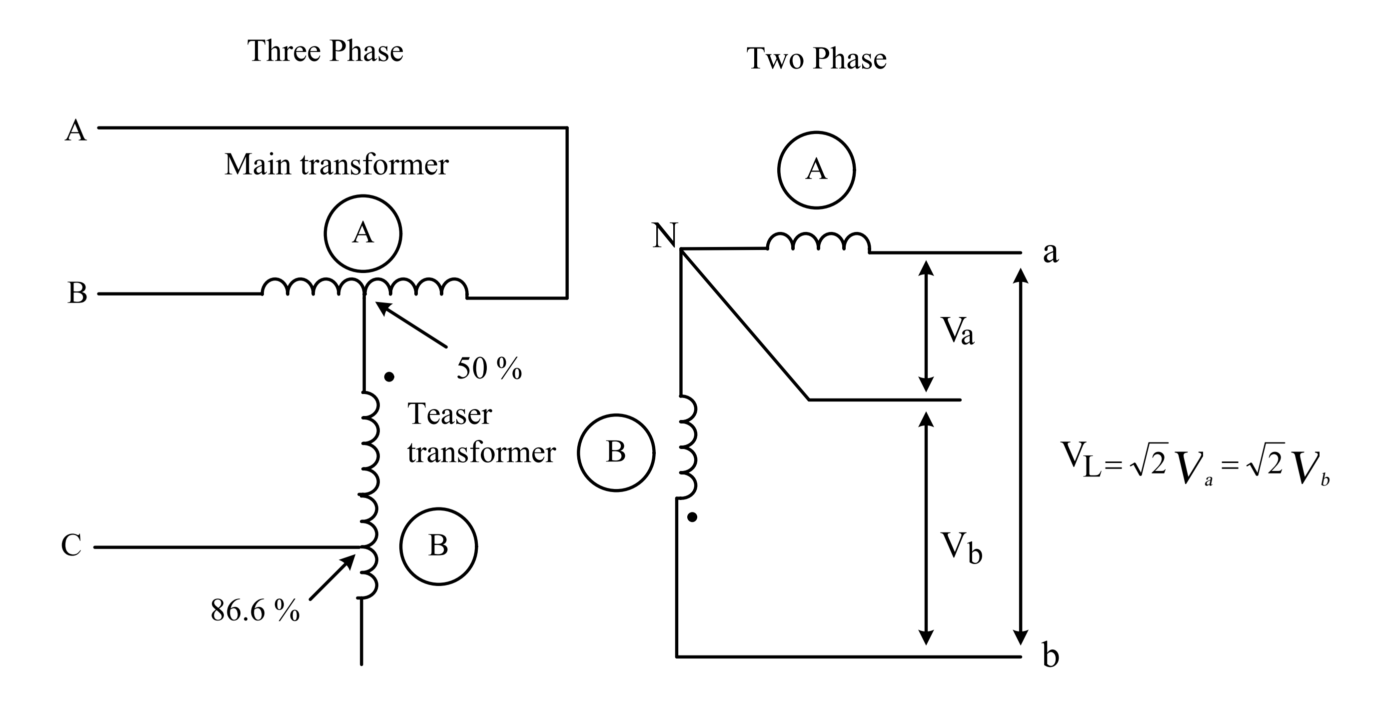
$$I = \frac{S}{V} = \frac{5485}{240} = 22.85\, A$$

3. حساب التيار في كل خط من الأطوار الثلاثة :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}.V} = \frac{10970}{\sqrt{3} * 600} = 10.56\, A$$

أفكار ذات صلة :

التوصيلة Scott يعزل الأنظمة ثلاثية الطور وثنائية الطور حيث يقدم الجهد الإسمي المطلوب . يمكن أن تستخدم هذه التوصيلة للتغيير من ثلاثة أطوار إلى طورين أو من طورين إلى ثلاثة أطوار . نظراً لأن المحولات أقل كلفة من الآلات الدوارة فإن هذه التوصيلة عندما ترغب المنشآت الصناعية بالاحتفاظ بمحركاتها ثنائية الطور بالرغم من التغذية ثلاثية الطور الموجودة .



الشكل (21) :نظام التوصيلة Scott من نظام ثلاثي الطور إلى نظام ثنائي الطور أو بالعكس